

การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงทารกสำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์

บริเวณทรวงอก

A study of Acrylonitrile butadiene styrene properties for immobilization device in neonate chest radiography

พิมพ์ปวีณ์ อินสว่าง¹ • ภควิภา วัชรศิริรานนท์¹ • จงวัฒน์ ชิวกุล^{1*} • นที อินา¹ • พัชรีย์ ไชยฤกษ์²

¹หลักสูตรรังสีเทคนิค ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²พยาบาลวิชาชีพ หอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Pimpravee Insawang¹ • Pakwipa Watcharasiranon¹ • Jongwat Cheewakul^{1*} • Natee Ina¹ • Patcharee Chairerk²

Patcharee Chairerk²

¹Radiological Technology Program, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University

²Neonatal Unit, Department of Pediatrics, Prince of Songkla University

*Correspondence to: jongwat.c@psu.ac.th (Jongwat Cheewakul)

Thai J Rad Tech 2019;44(1):34-44

บทคัดย่อ

บทนำ: การถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอกในทารกทำได้ยากและใช้เวลานาน เนื่องจากทารกจะร้องและดิ้นขณะทำการถ่ายภาพเอกซเรย์ ทำให้ภาพถ่ายทางรังสีคุณภาพไม่ดี เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ต้องถ่ายภาพเอกซเรย์ซ้ำ ทำให้ทารกได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ผู้วิจัยตระหนักถึงความยุ่งยากในการจัดทำเอกซเรย์ จึงได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงทารกสำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณทรวงอก เพื่อยึดตรึงให้ทารกอยู่นิ่งขณะถ่ายภาพเอกซเรย์ **วัตถุประสงค์:** เพื่อทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ช่วยยึดตรึงทารกที่ทำจากวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene ในการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณทรวงอก และเพื่อสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรต่ออุปกรณ์ช่วยยึดตรึงทารกที่ห้องเอกซเรย์หมายเลข 3 แผนกรังสีวินิจฉัย และหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด Neonatal Moderate Intensive Care Units (NMCU) และ Nursery โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ **วิธีการศึกษา:** อุปกรณ์ยึดตรึงทารกทำจากวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene ซึ่งผ่านการขึ้นรูปให้มีลักษณะโค้งเป็นหลุมตามสรีระทารก โดยใช้ผ้าติดตีนตุ๊กแกเป็นแถบยึดตรึง แล้วนำอุปกรณ์ยึดตรึงทารกมาวัดปริมาณรังสีโดยเครื่องวัดปริมาณรังสี RaySafe X2 Solo และทดสอบความแข็งแรงด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) นอกจากนี้ยังให้บุคลากร ได้แก่ พยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด และนักรังสีเทคนิคตอบแบบสอบถามความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ **ผลการศึกษา:** จากการเปรียบเทียบปริมาณรังสีเอกซเรย์ที่ผ่านอากาศและแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันประมาณร้อยละ 5.48 จากการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดตรึงทารกด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) พบว่าแรงมากที่สุดที่อุปกรณ์ได้รับในแต่ละกรณี คือ ยกขา, ยกขาและยกแขน 2 ข้าง, ยกขาและยกแขน 1 ข้าง, ยกแขน 2 ข้าง, ยกแขน 1 ข้าง และไม่ยกขาไม่ยกแขน เท่ากับ 2.149, 6.794, 6.374, 6.754, 6.268 และ 2.655 MPa ตามลำดับ จากแบบสอบถามความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ยึดตรึงทารก มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องโครงสร้างแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักทารกได้และอุปกรณ์มีขนาดน้ำหนักเหมาะสมร้อยละ 63.64 รองลงมาคือสามารถใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว และสามารถนำไปใช้ได้จริงในอนาคตร้อยละ 54.55 และเหมาะสมกับสรีระทารกสามารถจำกัดการขยับร้อยละ 36.36 **สรุปผลการศึกษา:** ยึดตรึงทารกสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องเพิ่มพารามิเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายภาพ (exposure parameter, kVp และ mAs) นอกจากนี้ยังมีความแข็งแรงสามารถ

ทนแรงกระทำของกล้ามเนื้อทารกได้ และได้รับความเห็นด้วยอย่างยิ่งจากบุคลากรในเรื่องโครงสร้างแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักทารกได้ และอุปกรณ์มีขนาด น้ำหนักเหมาะสม

คำสำคัญ: อุปกรณ์ยึดตรึง, อุปกรณ์จัดทำทารก, การถ่ายภาพรังสีทารก

Abstract

Introduction: The neonatal chest radiography was difficult and took for a long time because the infants used to cry and move during X-ray. It causes the radiography has poor quality and need to retake the X-ray that increase unnecessary radiation dose to infants. We realize to the complicated of infants positioning. Then, we created an immobilization device for neonates in chest radiography to keep infants are not to move while doing the X-ray radiography. **Objective:** The purpose of this project is to test the properties of the infant's immobilization device was made from Acrylonitrile butadiene styrene materials in the chest radiography and to answer the questionnaire of personnel on the infant's immobilization device in X-ray room no.3, Department of Radiology and Neonatal Moderate Intensive Care Units (NMCU) and Nursery ward at Songklanakarind Hospital. **Materials and methods:** The infant's immobilization device was made from Acrylonitrile butadiene styrene which has been molded to look like a block of baby. We used velcro tape to immobilize infants. Then, we took the device to measure the radiation dose from RaySafe X2 dosimeter, and to test the strength by Finite Element Method. In addition, the personnel are including the nurses for NMCU and radiologic technologists answered the questionnaire to the immobilization device. **Results:** From the comparison between the X-ray quantity through the air and Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) are different by 5.48%. From the strength test of the immobilization device that use the Finite element analysis, it was found that the highest force of the device received in each case which legs lift, legs lift and both arms lift, legs lift and left arm lift, both arms lift, left arm lift and no lift was 2.149, 6.794, 6.374, 6.754, 6.268 and 2.655 MPa, respectively. The results of questionnaire from the personnel for the neonate immobilization are revealed that the strongly agree is about a strong structure which can support the infants. And there are 63.64% with the properly size, and weight. The second is they are easy to use, fast and convenient. Moreover, they can be used in the future by 54.55% and suitable to the infant's movement that limit by 36.36%. **Conclusions:** The infant immobilization device can be used without increasing exposure parameters (kVp and mAs). Moreover, it was strong and durable to the muscle strength of infants. And received the strongly agree as for the strong structure which can support the weight of the infants and the device which has the appropriate size and weight.

Keywords: Chest x-ray, Pediatric chest x-ray, x-ray immobilization, fixation

บทนำ

การถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอกในทารกทำได้ยาก และใช้เวลานาน เนื่องจากทารกจะร้องและดิ้นขณะทำการถ่ายภาพเอกซเรย์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องให้ญาติหรือเจ้าหน้าที่ช่วยจับ ทำให้บุคคลดังกล่าวได้รับปริมาณรังสีโดยไม่จำเป็น และบางครั้งอาจทำให้คุณภาพของภาพไม่ดี เช่น การจับทารกไม่

แน่นพอ หรือศีรษะของผู้ช่วยเข้ามาบังบริเวณที่ทำการถ่ายภาพ เป็นผลให้เกิดการถ่ายภาพเอกซเรย์ซ้ำ ทำให้ทารกได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลของรังสีเอกซ์จากการที่ทารกได้รับการถ่ายภาพเอกซเรย์ซ้ำ อาจทำให้ทารกมีโอกาสเกิดมะเร็งได้ในอนาคต⁽¹⁻³⁾ ผู้วิจัยตระหนักถึงความยุ่งยากในการจัดทำเอกซเรย์ รวมถึงความปลอดภัยของทารก ญาติและเจ้าหน้าที่

ผู้ปฏิบัติงาน จึงได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงทารก⁽⁴⁾ สำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณทรวงอกให้เหมาะสมกับสรีระของทารก เพื่อยึดตรึงให้ทารกอยู่นิ่งขณะถ่ายภาพเอกซเรย์และลดโอกาสการถ่ายภาพซ้ำอันเป็นผลให้ทารกได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น⁽⁴⁾ ทำให้คุณภาพของภาพเอกซเรย์ดีขึ้น⁽⁵⁻⁸⁾ อีกทั้งมีการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ⁽⁹⁻¹¹⁾ ที่ใช้ทำอุปกรณ์ยึดตรึงทารกและสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรต่ออุปกรณ์ยึดตรึงทารก⁽¹²⁻¹⁶⁾ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ยึดตรึงทารกที่ทำจากวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene ในการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณทรวงอก และเพื่อสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรต่ออุปกรณ์ช่วยยึดตรึงทารก

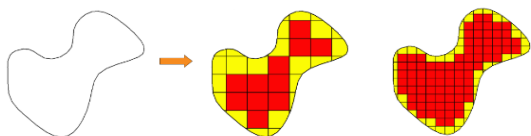
วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงทารก สำหรับอายุ 0-3 เดือน ได้แก่ คุณสมบัติการทะลุผ่านของรังสี และทดสอบคุณสมบัติความแข็งแรงโดยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis)

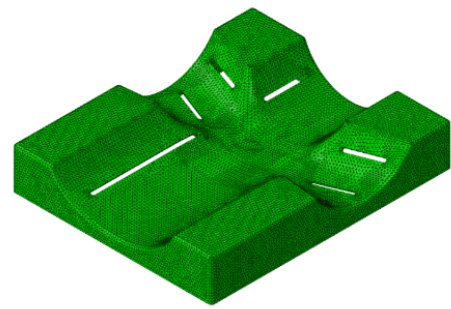
Finite Element Analysis (FEA)⁽¹¹⁾

คือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถูกนำมาประยุกต์เขียนเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อใช้คำนวณ แก้ปัญหาทางวิศวกรรม เช่น คำนวณหาความแข็งแรง ของวัสดุหรือชิ้นส่วนเครื่องกล ศึกษาพฤติกรรมการไหลของของไหล ฯลฯ

หลักการของ FEA คือการแบ่งชิ้นงานขนาดใหญ่ ออกเป็นชิ้นงานขนาดเล็กๆ ที่มีรูปทรงเป็นเรขาคณิต เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม เป็นต้น เนื่องจากเครื่องมือหรือสูตรคำนวณสามารถคำนวณได้แค่รูปทรงเรขาคณิต ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะมีความคลาดเคลื่อนจากของจริงไปบ้าง วิธีทำให้ความคลาดเคลื่อนน้อยลงคือทำให้ขนาดของสี่เหลี่ยมแต่ละก้อนเล็กลง แต่ก็ทำให้ต้องคำนวณมากขึ้นเพราะมีจำนวนสี่เหลี่ยมที่ต้องคิดมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2



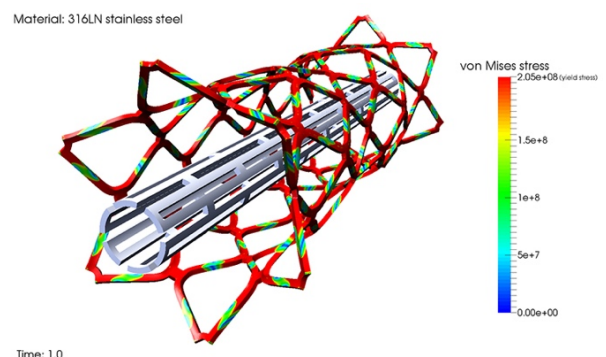
ภาพที่ 1 หลักการของ Finite Element Analysis⁽²¹⁾



ภาพที่ 2 Finite element model

Von mises stress⁽¹¹⁾

Von mises stress คือผลลัพธ์ Stress ที่จะแสดงออกมาเป็นค่าแรกในโปรแกรม SolidWorks Simulation อธิบายง่ายๆ คือ เป็นค่า Stress ที่นำผลลัพธ์ Stress ทั้ง 6 แบบมาเข้าสู่สูตรรวมกันเพื่อหาว่าชิ้นงานได้รับ Stress รวมทั้งหมดแล้วเท่าไร มักจะใช้ค่านี้ในการเปรียบเทียบกับค่า Yield Stress ของวัสดุเพื่อดูว่าชิ้นงานเสียหายหรือเปล่า โดยถ้าค่า Maximum Von Mises Stress มากกว่า Yield ก็จะได้ว่าชิ้นงานเกิดความเสียหายแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 Von mises stress⁽¹¹⁾

คุณสมบัติเชิงกลของพลาสติก ABS

นอกจากนี้ยังให้บุคลากรได้แก่ พยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิดและนักรังสีเทคนิคออกแบบสอบถามความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ยึดตรึงทารก ที่ห้องเอกซเรย์หมายเลข 3 แผนกรังสีวินิจฉัย และหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด NMCU และ Nursery โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ระยะเวลาในการดำเนินโครงการตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คาดหวังว่าผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงทารกในเรื่องของปริมาณรังสีที่ทะลุผ่าน และความแข็งแรง จะสามารถยืนยันได้ว่าวัสดุมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้งานได้จริงในการถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอกสำหรับทารกแรกเกิด และได้รับความคิดเห็นจากบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้สามารถนำข้อมูลจากการศึกษาในโครงการนี้มาพัฒนาต่อยอดชิ้นงานได้อีกในอนาคต

ตารางที่ 1 คุณสมบัติเชิงกลของพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)

Mechanical Properties	
Coefficient of friction	0.5
Elongation at break (%)	45
Hardness -Rockwell	R100-110
Izod impact strength (J/m)	200-400
Poisson's ratio	0.35
Tensile modulus (GPa)	2.1-2.4
Tensile strength (MPa)	41-45

วัสดุอุปกรณ์

อุปกรณ์ช่วยยึดตรึงทารก

1. แผ่นพลาสติกจากวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ชนิดที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Uniformity) ที่ผ่านการขึ้นรูปตามสรีระของทารก ซึ่งมีขนาด 33 x 40 x 6 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 4
2. เครื่องวัดรังสีชนิดสารกึ่งตัวนำ (Solid-state detector) รุ่น Raysafe X2 Solo (บริษัท Unfors Raysafe AB, ประเทศสวีเดน) ซึ่งผ่านการสอบเทียบกับกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์แล้ว ประกอบด้วยหัววัดรังสี R/F sensor
3. เครื่องเอกซเรย์ทั่วไปแบบดิจิทัล (Digital XRay) รุ่น GC85A หมายเลขเครื่อง 187593 ยี่ห้อ Samsung โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

วิธีการทดลอง

ตรวจสอบคุณภาพวัสดุที่ใช้ในการจัดทำอุปกรณ์ยึดตรึงทารก โดยทำการทดลองในเรื่อง

1. เปรียบเทียบปริมาณรังสีเอกซ์ที่ผ่าน (X-ray emission) อากาศและแผ่นพลาสติก Acrylonitrile

butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ดังภาพที่ 5

2. ตั้งค่า exposure parameter (kVp/mAs) ดังนี้ (60/1.6), (65/1.9) และ (70/2.6)
3. ทำการเอกซเรย์ 5 ครั้ง ต่อ exposure parameters
4. ทำการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดตรึงทารกที่ทำจากแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) หรือ FEA



ภาพที่ 4 การจำลองการใช้อุปกรณ์ยึดตรึงทารก

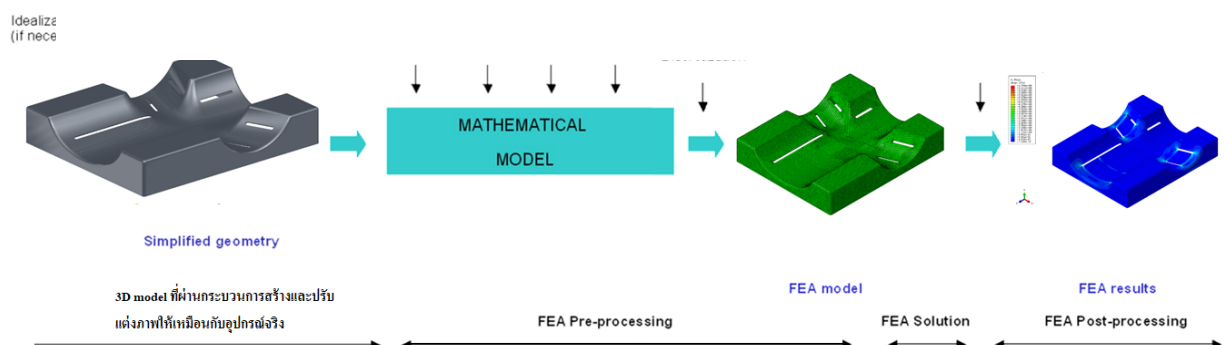


ภาพที่ 5 การวัดปริมาณรังสีเอกซ์ที่ผ่านแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว หนา 2 มิลลิเมตร

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ Finite element analysis

1. สแกนอุปกรณ์ยึดตรึงทารกด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography) ได้ 3D model ที่ผ่านกระบวนการสร้างและปรับแต่ง

- ภาพให้เหมือนกับอุปกรณ์จริง ที่ต้องการวิเคราะห์ เข้ามา ดังภาพที่ 7
2. Simplified Geometry คือการทำชิ้นงานให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ เช่น ลบ Fillet ออก, ปิดรูเจาะที่ไม่จำเป็นต่อการวิเคราะห์, เอาลวดลายบนโมเดลหรืออักษรบนออก เป็นต้น เพื่อให้โปรแกรมสามารถแบ่ง Mesh ได้ง่ายขึ้น
 3. Mathematical Model คือการกำหนดค่าต่างๆ เช่น ค่าวัสดุ จุดยึดชิ้นงาน แรงกระทำ เป็นต้น
 4. Create Mesh คือการแบ่ง Mesh สำหรับทำการวิเคราะห์
 5. Analysis คือการวิเคราะห์ผลลัพธ์ออกมา โดยผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในลักษณะของเฉดสีเพื่อบอกว่าตำแหน่งให้มีความมากหรือน้อย และจะมีแถบสีกำกับเพื่อบอกว่าสีใดแสดงถึงค่าเท่าไร ซึ่งค่าที่โปรแกรมคำนวณได้ก็มีหลายหลาย การทดลองนี้ใช้ค่า แรงมากที่สุดที่อุปกรณ์ได้รับ (MPa)



ภาพที่ 6 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ Finite element analysis



ภาพที่ 7 สแกนอุปกรณ์ยึดตรึงทารถด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

ผลการศึกษา

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณรังสีเอกซ์ที่ผ่านในหน่วย mGy/s โดยใช้ 60 kVp 1.6 mAs, 65 kVp 1.9 mAs, 70 kVp 2.6 mAs

ครั้งที่	60 kVp 1.6 mAs		65 kVp 1.9 mAs		70 kVp 2.6 mAs	
	แผ่นพลาสติก ABS		แผ่นพลาสติก ABS		แผ่นพลาสติก ABS	
	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
1	6.236	6.236	6.994	7.903	8.211	9.369
2	6.073	6.073	6.969	7.890	8.558	9.222
3	6.150	6.150	6.935	7.905	8.178	9.235
4	6.137	6.137	6.955	7.958	8.165	9.247
5	6.329	6.329	7.260	7.957	8.653	9.267
Mean	6.185	6.185	7.4612	7.9226	8.7976	9.268
S.D.	0.0993	0.0993	0.0394	0.0324	0.0480	0.0588
Percent Deviation	5.58%		5.80%		5.07%	

ตารางที่ 3 แสดงแรงมากที่สุดที่อุปกรณ์ได้รับในแต่ละกรณีในหน่วย MPa

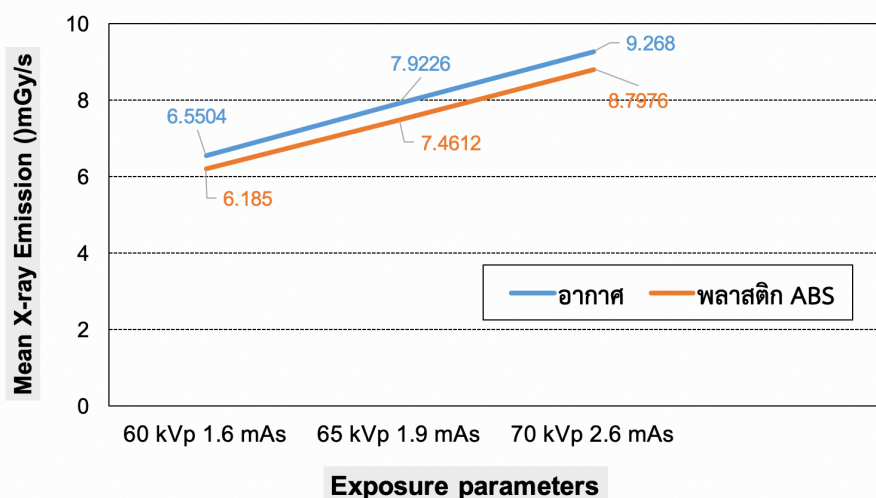
กรณี	แรงมากที่สุดที่อุปกรณ์ได้รับ (MPa)	ค่าความทนต่อแรงดึง (Tensile Strength, Yield) สูงสุดของพลาสติก ABS = 45 MPa
1. ยกขาทั้ง 2 ข้าง (Body weight + Thigh)	2.149	ผ่าน
2. ยกขาทั้ง 2 ข้าง ยกแขนทั้ง 2 ข้าง (Body weight + Thigh + 2 Arms)	6.794	ผ่าน
3. ยกขาทั้ง 2 ข้าง ยกแขน 1 ข้าง (Body weight + Thigh + 1 Arm (Left))	6.374	ผ่าน
4. ยกแขนทั้ง 2 ข้าง (Body weight + 2 Arms)	6.754	ผ่าน
5. ยกแขน 1 ข้าง (Body weight + 1 Arm (Left))	6.268	ผ่าน
6. ไม่ยกขา ไม่ยกแขน (Body weight)	2.655	ผ่าน

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของเจ้าหน้าที่รังสีเทคนิคและพยาบาลในหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด (NMCU & Nursery) จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (n=11)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	3	27.27
หญิง	8	72.73
อายุ		
ต่ำกว่า 30 ปี	9	81.82
31-40 ปี	2	18.18
41-50 ปี	--	--
มากกว่า 50 ปี	--	--
สถานภาพ		
เจ้าหน้าที่รังสีเทคนิค	7	63.64
พยาบาล	4	36.36

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและร้อยละของเจ้าหน้าที่รังสีเทคนิค และพยาบาลในหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด (NMCU & Nursery) จำแนกตามระดับความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ยึดตรึงทารก (n=11)

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	เฉยๆ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)		
1. ท่านคิดว่าโครงสร้างแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักทารกได้	7 (63.64)	4 (36.36)	--	--	--	4.64	0.505
2. ท่านคิดว่าอุปกรณ์มีขนาดและน้ำหนักเหมาะสม	7 (63.64)	4 (36.36)	--	--	--	4.64	0.505
3. ท่านคิดว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว	6 (54.55)	5 (45.45)	--	--	--	4.55	0.522
4. ท่านคิดว่าอุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับสรีระทารกสามารถจำกัดการขยับของทารกได้	4 (36.36)	7 (63.64)	--	--	--	4.36	0.505
5. ท่านคิดว่าสามารถนำอุปกรณ์ไปใช้ได้จริงในอนาคต	6 (54.55)	5 (45.45)	--	--	--	4.55	0.522



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีเอกซ์ที่ผ่าน (X-ray emission) ในหน่วย mGy/s กับ Exposure technique (kVp) โดยเปรียบเทียบในกรณีมีและไม่มีอุปกรณ์ยึดตรึงทารก

เปรียบเทียบปริมาณรังสีเอกซ์ที่ผ่าน (X-ray emission) อากาศและแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว

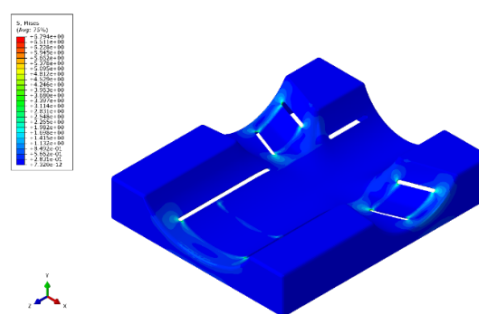
ใช้เครื่องวัดปริมาณรังสี RaySafe X2 และหัววัดรังสี R/F sensor ทำการวัดที่ระยะ 100 เซนติเมตรจากหลอดเอกซเรย์ (X-ray tube) และเปิดพื้นที่ลำรังสีขนาด 5 x 5 นิ้ว ซึ่งทำการวัด 5 ครั้งต่อ Exposure parameters ได้แก่ 60 kVp 1.6 mAs, 65 kVp 1.9 mAs และ 70 kVp 2.6 mAs ได้ค่าปริมาณรังสีในหน่วย mGy/s ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 8

ทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดตรึงทารกที่ทำจากแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis)

ทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) โดยใช้โปรแกรม Dassault Systèmes Abaqus 2020x ใส่ข้อมูลของพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ลงในโปรแกรม ได้แก่ Young's modulus = 2.06 GPa, Poisson's ratio = 0.35 และ Tensile Strength, Yield = 45.1 MPa ข้อมูลของแรง ได้แก่ Body weight 60 N, Arm (Deltoid) 50 N และ Thigh (Hip flexors) 70 N ได้ค่าแรงมากที่สุดที่อุปกรณ์ได้รับในแต่ละกรณี ในหน่วย MPa ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 9

แบบสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรต่ออุปกรณ์ยึดตรึงทารก (Questionnaire)

นักรังสีเทคนิคและพยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด Neonatal Moderate Intensive Care Units (NMCU) และ Nursery จำนวน 11 คน ทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ยึดตรึงทารก โดยให้ประเมินจากโครงสร้างของอุปกรณ์เป็นหลัก และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5



ภาพที่ 9 ภาพตัวอย่างแสดงผลการทดลองกรณี 2 ยกขาและยกแขนทั้ง 2 ข้าง (Body weight + Thigh + 2 Arms)

อภิปรายผลและสรุป

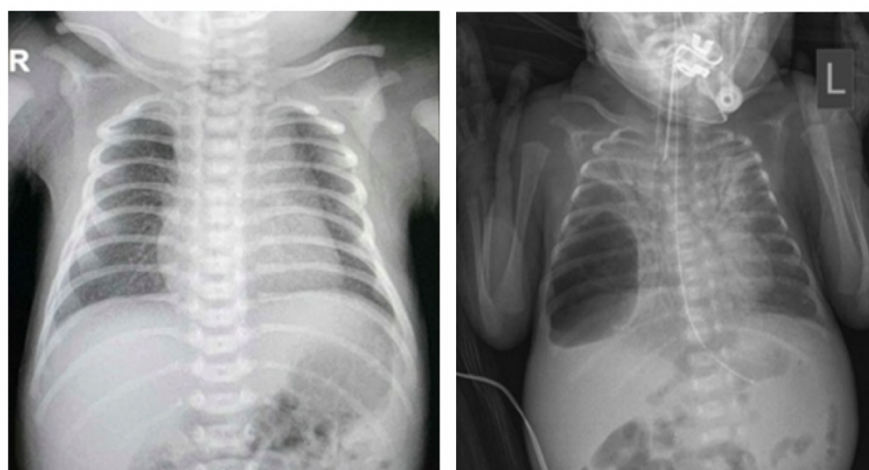
การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ช่วยยึดตรึงทารกที่ทำจากวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene ในการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณทรวงอก และเพื่อสอบถามความคิดเห็นของบุคลากรต่ออุปกรณ์ช่วยยึดตรึงทารก ซึ่งจากผลการทดสอบคุณสมบัติทั้ง 2 ด้าน พบว่าสามารถนำอุปกรณ์ไปใช้ได้โดยไม่ต้องเพิ่มพารามิเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายภาพ (kVp และ mAs) และมีความแข็งแรงสามารถทนแรงกระทำของกล้ามเนื้อทารกได้ นอกจากนี้จากแบบสอบถามความคิดเห็นพบว่ามีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่อง โครงสร้างแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักทารกได้ และอุปกรณ์มีขนาด น้ำหนักเหมาะสม (ร้อยละ 63.64) รองลงมาคือ สามารถใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว และสามารถนำไปใช้ได้จริงในอนาคต (ร้อยละ 54.55) และสุดท้ายคือ เหมาะกับสรีระทารกสามารถจำกัดการขยับ (ร้อยละ 36.36) ซึ่งการใช้ Finite element สามารถตอบโจทย์ทางคลินิกได้เพราะสามารถวิเคราะห์แรงกดที่มีผลต่ออุปกรณ์ได้เบื้องต้นเพื่อนำมาเลือกใช้วัสดุในพัฒนาต่อไป และในกรณีที่ผู้ป่วยเด็กตื่นในสถานการณ์จริง อุปกรณ์นี้สามารถยึดตรึงผู้ป่วยได้ โดยไม่ต้องอาศัยการจับตัวเด็กในระหว่างการถ่ายภาพเอกซเรย์ อุปกรณ์นี้มีข้อจำกัดอื่นๆ หรือสิ่งที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อการใช้งานในอนาคต คือ ควรปรับรูปแบบอุปกรณ์ให้อยู่ในลักษณะที่ทารกขูแขนขึ้นเหนือศีรษะ และมีเบาะสำหรับรองบริเวณศีรษะเพื่อให้ทารกได้นอนสบายขึ้น และควร มีตะกั่วกำบังรังสีในบริเวณที่ไวต่อรังสี เช่น บริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ ดังแสดงในภาพที่ 10

จากการเปรียบเทียบปริมาณรังสีเอกซ์ที่ผ่าน (X-ray emission) อากาศ และแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วพบว่ามียอของค่าการดูดกลืนรังสีประมาณ 5.48 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านเตียงเอกซเรย์ที่มีร้อยละของการดูดกลืนรังสีประมาณร้อยละ 10 ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่ม exposure technique (kVp และ mAs) สามารถนำไปใช้ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์ได้

จากการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดตรึงทารกที่ทำจากแผ่นพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element analysis) พบว่าในการทดสอบกรณีที่ 1 (คติน้ำหนักตัว และแรงที่ทารกยกขาทั้ง 2 ข้าง) มีแรงสูงสุดที่อุปกรณ์ได้รับเป็น 2.149 MPa, กรณีที่ 2 (คติน้ำหนักตัว แรงที่ทารกยกขาทั้ง 2 ข้าง และยกแขนทั้ง 2 ข้าง) มีแรง

สูงสุดที่อุปกรณ์ได้รับเป็น 6.794 MPa, กรณีที่ 3 (คติน้ำหนักตัว แรงที่ทารกยกขาทั้ง 2 ข้าง และยกแขน 1 ข้าง) มีแรงสูงสุดที่อุปกรณ์ได้รับเป็น 6.374 MPa, กรณีที่ 4 (คติน้ำหนักตัว และแรงที่ทารกยกแขนทั้ง 2 ข้าง) มีแรงสูงสุดที่อุปกรณ์ได้รับเป็น 6.754 MPa, กรณีที่ 5 (คติน้ำหนักตัว และแรงที่ทารกยกแขน 1 ข้าง) มีแรงสูงสุดที่อุปกรณ์ได้รับเป็น 6.268 MPa และกรณีที่ 6 (คิดค่าน้ำหนักตัวของทารก) มีแรงสูงสุดที่อุปกรณ์ได้รับเป็น 2.655 MPa จะพบว่าในทุกกรณีมีค่าน้อยกว่า 45 MPa ซึ่งเป็นค่าความทนต่อแรงดึง (Tensile Strength, Yield) สูงสุดที่พลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) สามารถรับได้ ดังนั้นอุปกรณ์ยึดตรึงทารกที่ทำจากพลาสติก Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว สามารถรับแรงที่กล้ามเนื้อของทารกกระทำได้ในทุกกรณี จึงสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุในการประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์ในทารกได้ แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์โดยการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างจริง เพื่อเปรียบเทียบยืนยันความถูกต้องของผลการจำลอง

จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักรังสีเทคนิคและพยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยเด็กแรกเกิด Neonatal Moderate Intensive Care Units (NMCU) และ Nursery จำนวน 11 คน พบว่า มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่อง โครงสร้างแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักทารกได้ ร้อยละ 63.64 เห็นด้วย ร้อยละ 36.36 คะแนนเฉลี่ย 4.64 คะแนน (SD = 0.505) มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องอุปกรณ์มีขนาดและน้ำหนักเหมาะสม ร้อยละ 63.64 เห็นด้วย ร้อยละ 36.36 คะแนนเฉลี่ย 4.64 คะแนน (SD = 0.505) มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องการใช้งาน ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ร้อยละ 54.55 เห็นด้วย ร้อยละ 45.45 คะแนนเฉลี่ย 4.55 คะแนน (SD = 0.522) มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องความเหมาะสมกับสรีระทารก สามารถจำกัดการขยับได้ ร้อยละ 36.36 เห็นด้วย ร้อยละ 63.64 คะแนนเฉลี่ย 4.36 คะแนน (SD = 0.505) มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องสามารถนำไปใช้ได้จริงในอนาคต ร้อยละ 54.55 เห็นด้วย ร้อยละ 45.45 คะแนนเฉลี่ย 4.55 คะแนน (SD = 0.522) ซึ่งพบว่าคะแนนความเห็นด้วยที่น้อยที่สุด ได้แก่ความเหมาะสมกับสรีระทารกสามารถจำกัดการขยับของทารกได้ อาจเนื่องมาจากไม่ได้มีการทดสอบอุปกรณ์ในทารกจริง จึงทำให้ไม่สามารถเห็นภาพได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 10 ทดลองจากการใช้ (ซ้าย) และไม่ใช้ (ขวา) อุปกรณ์ยึดตรึงทารกในการถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอก

เอกสารอ้างอิง

1. American College of Radiology. ACR-SPR-STR Practice Parameter for The Performance of Portable (mobile unit) Chest Radiography [Internet]; 2017 [cited 2019 Sep 26]. Available from: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Port-Chest-Rad.pdf>
2. Diagnostic Radiology. Radiation Protection [Internet]; 2018 [cited 2019 Sep 24]. Available from: <https://med.mahidol.ac.th/radiology/sites/default/files/public/training/Protection2018.pdf>
3. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images: In paediatrics. Luxembourg: European Commission; 1996.
4. เสกสรรค์ คำชาย และ ปัญญาคม ลิ้มจันทิก. ปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วยเด็กจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกที่โรงพยาบาลจักราช จังหวัดนครราชสีมา ปี 2555. วารสารวิจัยและพัฒนาด้านสุขภาพสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา 2555;1:58-6
5. Kohda, E., Tsutsumi, Y., Nagamoto, M., Gomi, T., Terada, H., Kawawa, Y. et al. Revisit image control for pediatric chest radiography. Japan Radiological Society 2006;25:60-64.
6. Mahmoudabadi, A., Moghadam, M. S., Sajjadi, M., Shams, M. and Ameri, L. Improving the quality of positioning and reducing the rotation factor during pediatric portable chest radiography using infant immobilizer. Bali Medical Journal 2018;2:420-425.
7. งานรังสี กลุ่มวินิจฉัย กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการถ่ายภาพรังสีทรวงอก THE MANUAL OF CHEST RADIOGRAPHY. โรงพิมพ์ราชทัณฑ์; 2546.
8. ชินา ลออพิพัฒน์ และณัฐภัทร สุวรรณชาติ. การทดสอบอุปกรณ์ยึดตรึงทารกสำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณทรวงอกและช่องท้องในหุ่นจำลอง Testing the pediatric immobilization device for chest and abdomen radiography in Phantom. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2561.
9. ปกรณ์ บุราคร. การวิเคราะห์ความแข็งแรงและปรับปรุงโครงสร้างที่นั่งสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลีเมนต์ Strength analysis and improvement of the seat structure for large passenger vehicles using finite element method. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2556.
10. พลวัฒน์. FEA (Finite Element Analysis) คือ อะไร. [อินเทอร์เน็ต]; 2557 [เข้าถึงเมื่อ 2 เม.ย. 2563]. เข้าถึงได้จาก: <http://thai-solidworks-simulation.blogspot.com/2014/10/fea-finite-element-analysis.html>
11. พลวัฒน์. ผลลัพธ์ที่ได้จาก Simulation. [อินเทอร์เน็ต]; 2559 [เข้าถึงเมื่อ 8 เม.ย. 2563]. เข้าถึงได้จาก: <http://thai-solidworks-simulation.blogspot.com/2016/03/simulation-part-25.html>

12. ฐิตินันท์ จันเส. ประสิทธิภาพของสื่อถ่ายภาพรังสีสำหรับคุณหนู. งานรังสีวิทยาโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ศูนย์อนามัยที่ 6; .2555
13. บุญสม พานิช. ผลการใช้นวัตกรรมหมอนยึดแขน (Fix for film) เพื่อถ่ายภาพรังสีทรวงอกในทารกแรกเกิดใส่เครื่องช่วยหายใจ [อินเทอร์เน็ต]; 2560 [เข้าถึงเมื่อ 2562 .ย.ก 25]. เข้าถึงได้จาก: <http://238.220.155.203csc/attachments/article//189nurse.600202pdf>.
14. พชรีย์ ไชยฤกษ์. เตียงถ่ายภาพรังสีทารก. โรงพยาบาลสงขลา นครินทร์; 2560.
15. เพชรกร หาญพานิชย์, บรรจง เชื้อนแก้ว, ศศินันท์ กำขันธ์ และคณะ. อุปกรณ์ถ่ายภาพรังสีทรวงอกรูปทรงยีราฟ. ศรีนครินทร์เวชสาร 2554;;3163-167.
16. รพ.พิจิตร จังหวัดพิจิตร. อุปกรณ์ยึดจับเด็กขณะถ่ายภาพรังสีปอด [อินเทอร์เน็ต]; 2562 [เข้าถึงเมื่อ 27 ก.ย. 2562]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.gotoknow.org/posts/403985>



วารสารรังสีเทคนิค

The Thai Journal of Radiological Technology

การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ Acrylonitrile butadiene styrene
ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ยึดตรึงทารกสำหรับการถ่ายภาพเอ็กซเรย์

บริเวณทรวงอก

A study of Acrylonitrile butadiene styrene properties for
immobilization device in neonate chest radiography

พิมพ์ปวีณ์ อินสว่าง • ภัทวิภา วัชรศิริรานนท์ • จงวัฒน์ ชิวกุล • นที อินา • พชรชัย ไชยฤกษ์

Thai J Rad Tech 2019;44(1):34-44

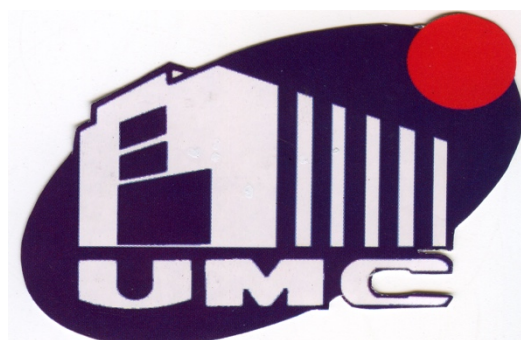
วารสารรังสีเทคนิค

วารสารวิชาการของสมาคมรังสีเทคนิคแห่งประเทศไทย

ภาควิหารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กทม. 10700

Sponsored by



บริษัท เอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์อุรุพงษ์ จำกัด